



(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

**(43) Veröffentlichungstag:**  
**12.09.2001 Patentblatt 2001/37**

(51) Int Cl.7: **G05F 3/30**

**(21) Anmeldenummer: 01105554.8**

(22) Anmeldetag: 06.03.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

**(71) Anmelder: Infineon Technologies AG  
81669 München (DE)**

(72) Erfinder: **Wilhelm, Wilhelm, Dr.**  
**81477 München (DE)**

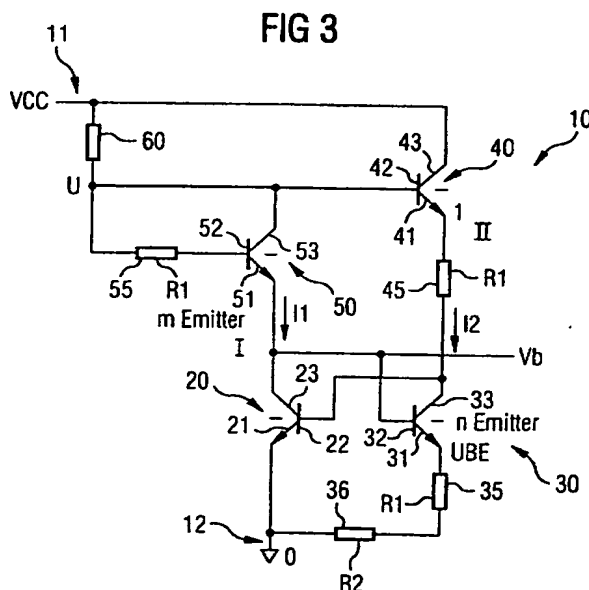
**(74) Vertreter: Zimmermann & Partner**  
**Postfach 33 09 20**  
**80069 München (DE)**

(30) Priorität: 10.03.2000 DE 10011669

(54) **Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung**

(57) Es wird eine Schaltungsanordnung (10) zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) beschrieben, die auf einfache und kostengünstige Weise realisiert werden kann und mit der eine von äußeren Bedingungen wie Temperatur und dergleichen unabhängige Gleichspannung ( $V_b$ ) erzeugt werden kann. Die Schaltungsanordnung (10) weist wenigstens zwei kreuzweise verschaltete Bipolartransistoren auf, von denen ein erster Bipolartransistor (20) vorgesehen ist, dessen Emmitter (21) mit Ground (12) verbunden ist, und von denen ein

oder mehrere zweite(r) Bipolartransistor(en) (30) mit einer relativen Emittierfläche(n) vorgesehen ist/sind, wobei der/die Emittier (31) über wenigstens einen Widerstand (35, 36) mit Ground (12) verbunden ist/sind, und mit einem dritten Bipolartransistor (40), dessen Kollektor (43) mit einer Versorgungsspannungsquelle (11) verbunden ist, und dessen Emittier (41) über einen Widerstand (45) mit dem Kollektor (33) von dem wenigstens einen zweiten Bipolartransistor (30) und der Basis (22) des ersten Bipolartransistors (20) verbunden ist.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ).

[0002] Derartige Schaltungsanordnungen, die als Gleichspannungsquellen fungieren, dienen in digitalen und analogen Schaltungen beispielsweise zur Erzeugung von Referenzspannungen, zur Stabilisierung interner und externer Pegel und dergleichen. In allen Fällen ist es wünschenswert, daß über die Schaltungsanordnung eine Gleichspannung erzeugt wird, die im wesentlichen unabhängig von äußeren Bedingungen, wie beispielsweise von Temperaturschwankungen, Schwankungen in der Versorgungsspannung, Schwankungen auf Grund anderer Technologieparameter und dergleichen ist.

[0003] Die Erzeugung derart von äußeren Bedingungen unabhängigen Gleichspannungen läßt sich beispielsweise mit Schaltungsanordnungen realisieren, die als "Bandgap-Schaltungen" bezeichnet werden. Derartige integrierte Schaltungsanordnungen nutzen die Gitterspannungen (Bandabstandsspannungen oder Bandgap-Spannungen) des jeweiligen Halbleitermaterials.

[0004] Bandgap-Schaltungen basieren auf dem Prinzip, daß die Basis-Emitter-Spannung eines Bipolartransistors als Spannungsreferenz eingesetzt werden kann. Solche Basis-Emitter-Spannungen des Bipolartransistors weisen jedoch einen negativen Temperaturkoeffizienten auf, was in der Praxis nachteilig ist. Um diesen Nachteil zu umgehen, wird zu der Basis-Emitter-Spannung (auch UBE-Spannung genannt) eine zweite Spannung mit positivem Temperaturkoeffizienten hinzu addiert. Diese Spannung mit positivem Temperaturkoeffizienten, die beispielsweise aus der Differenz-UBE-Spannung zweier mit unterschiedlichen Stromdichten betriebener Transistoren erzeugt wird, wird derart zur UBE-Spannung mit negativem Temperaturkoeffizienten hinzu addiert, daß dieser Temperaturkoeffizient Null wird. Dabei entsteht eine Spannung, die der Bandgap-Spannung entspricht. Es entsteht eine Spannung von etwa 1.2 V, was dem Bandlückenabstand bei Silizium entspricht.

[0005] Schaltungsanordnungen zum Erzeugen einer Gleichspannung, bei der Spannungen mit negativem Temperaturkoeffizienten durch eine Spannung mit positivem Temperaturkoeffizienten kompensiert werden, sind im Stand der Technik bereits bekannt.

[0006] Ein Beispiel einer solchen bekannten Schaltungsanordnung ist in bezug auf Figur 1 dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

[0007] Die Schaltungsanordnung 80 dient zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ). Sie weist zunächst einen sogenannten Doppel-Delta-Bereich 81 auf, der aus vier Transistoren 82, 83, 84, 85 gebildet ist, wobei die Transistoren 83, 85 kreuzweise verschaltet sind. In diesem Doppel-Delta-Bereich 81 wird ein Strom mit positivem Temperaturgang erzeugt. Dieser Strom wird über einen pnp-Stromspiegel 86, der aus pnp-Transistoren 87, 88 gebildet ist, einem Widerstand 89 zugeführt. Der Spannungsabfall am Widerstand 89 kompensiert den negativen Temperaturgang der in Serie geschalteten Diode 90.

[0008] Eine weitere bekannte Lösung für eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) ist in Figur 2 dargestellt. Die Schaltungsanordnung 80 gemäß Figur 2 weist neben einer Anzahl von Transistoren einen Operationsverstärker (OP) auf. Mit Hilfe des Operationsverstärkers wird der positive Spannungsabfall am Widerstand R zu demjenigen Widerstand einer Diodenstrecke addiert.

[0009] Die beiden vorstehend beschriebenen Lösungsvarianten weisen jedoch eine Reihe von Nachteilen auf. Jede dieser Lösungsvarianten benötigt eine Reihe von pnp-Transistoren. Im Hinblick auf Figur 1 sind diese pnp-Transistoren im pnp-Stromspiegel realisiert. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 sind pnp-Transistoren Bestandteil des Operationsverstärkers. Wegen ihrer lateralen Struktur sind pnp-Transistoren relativ großflächig und damit auch langsam. Es besteht daher die Gefahr, daß eine hochfrequente Einkopplung von Versorgungsstörungen auftreten kann.

[0010] Um derartige Nachteile zu vermeiden, werden Anstrengungen unternommen, Schaltungsanordnungen zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) zu entwickeln, in denen keine pnp-Transistoren eingesetzt werden. Eine mögliche Schaltungsanordnung ist beispielsweise in der US-A 4,816,742 beschrieben. Die in dieser Druckschrift beschriebenen Spannungsquellen erzeugen eine stabilisierte Referenzspannung, die unabhängig von der Versorgungsspannung und der Temperatur ist, wobei in der Schaltungsanordnung keine pnp-Transistoren verwendet werden. Die in der US-A 4,816,742 beschriebene Lösung ist in ihrem Aufbau jedoch relativ aufwendig und damit kostenintensiv.

[0011] Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) bereitzustellen, mit der die zuvor beschriebenen Nachteile umgangen werden können. Insbesondere soll eine konstruktiv einfache und damit kostengünstige Schaltungsanordnung geschaffen werden, mit der eine von äußeren Bedingungen im wesentlichen unabhängige Gleichspannung erzeugt werden kann.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ), mit wenigstens zwei kreuzweise verschalteten Bipolartransistoren, von denen ein erster Bipolartransistor vorgesehen ist, dessen Emitter mit Ground verbunden ist und von denen ein oder mehrere zweite(r) Bipolartransistor(en) mit einer relativen Emitterfläche(n) vorgesehen ist/sind, wobei der/die Emitter über wenigstens einen Widerstand mit Ground verbunden ist/sind, und mit einem dritten Bipolartransistor, dessen Kollektor mit einer Versorgungs-

spannungsquelle verbunden ist und dessen Emitter über einen Widerstand mit dem Kollektor von dem wenigstens einen zweiten Bipolartransistor und der Basis des ersten Bipolartransistors verbunden ist.

[0013] Erfindungsgemäß wird eine einfache Schaltungsanordnung bereitgestellt, bei der ohne Verwendung von pnp-Transistoren, die im Hinblick auf eine derartige Schaltung die im Stand der Technik beschriebenen Nachteile haben, eine Gleichspannung ( $V_b$ ) erzeugt wird. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung erzeugt dabei eine von äußeren Bedingungen im wesentlichen unabhängige Gleichspannung. Derartige äußere Bedingungen können beispielsweise die Temperatur, Veränderungen in der Versorgungsspannung, Veränderungen von anderen Technologieparametern und dergleichen sein.

[0014] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eignet sich besonders gut für analoge und digitale Bipolarschaltungen.

[0015] Wie im weiteren Verlauf der Beschreibung noch näher erläutert wird, wird es durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung möglich, daß alle wesentlichen Betriebsdaten und Technologiewerte in dieser Schaltung eliminiert werden. Auch der Einfluß der Stromverstärkung wird in dieser erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung verschwindend klein. Damit kann eine stabile Gleichspannung geschaffen werden, die besonders gut als Referenzspannung oder zur Stabilisierung interner und externer Pegel eingesetzt werden kann.

[0016] Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß eine Emitter-Basis-Spannung mit negativem Temperaturkoeffizienten des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors durch eine Spannung mit positivem Temperaturkoeffizienten kompensiert wird, wobei die Höhe dieser Spannung durch die Größe der in der Schaltungsanordnung vorgesehenen Widerstände festgelegt wird. Durch eine geeignete Auswahl der Widerstände kann somit der Temperaturgang je nach Bedarf bestimmt und eingestellt werden. Dies wird an Hand eines vorteilhaften, jedoch nicht ausschließlichen, Beispiels im weiteren Verlauf der Beschreibung näher erläutert.

[0017] Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0018] Vorzugsweise kann/können weiterhin ein oder mehrere vierte(r) Bipolartransistor(en) mit einer relativen Emitterfläche ( $m$ ) vorgesehen sein, wobei der/die Emitter mit dem Kollektor des ersten Bipolartransistors und der Basis des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors verbunden ist/sind.

[0019] Die Basis des wenigstens einen vierten Bipolartransistors kann vorteilhaft mit der Versorgungsspannungsquelle verbunden sein.

[0020] Der Kollektor des wenigstens einen vierten Bipolartransistors kann vorzugsweise mit der Basis des dritten Bipolartransistors verbunden sein.

[0021] In weiterer Ausgestaltung kann/können der/die Emitter des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors über zwei Widerstände mit Ground verbunden sein.

[0022] Vorteilhaft kann einer dieser beiden Widerstände so groß wie der Widerstand zwischen dem Emitter des dritten Bipolartransistors und dem Kollektor des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors sein.

[0023] Die Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Anzahl von zweiten und/oder vierten Bipolartransistoren, beziehungsweise auf eine bestimmte Größe der jeweiligen relativen Emitterflächen  $n$  beziehungsweise  $m$ , beschränkt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel können jeweils zwei oder mehr, vorzugsweise sechs, zweite Bipolartransistoren und/oder vierte Bipolartransistoren vorgesehen sein.

[0024] Vorzugsweise kann die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine Gleichspannung ( $V_b$ ) nach der Formel:

$$V_b = U_{BE} + I_2 (R_1 + R_2)$$

erzeugen, mit  $U_{BE}$  gleich der Basis-Emitter-Spannung des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors,  $R_1$ ,  $R_2$  den Widerständen zwischen dem/den Emitter(n) des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors und Ground und  $I_2$  gleich dem an diesen Widerständen anliegenden Strom.

[0025] Die auf diese Weise erzeugte Gleichspannung ( $V_b$ ) ist von äußeren Bedingungen im wesentlichen unabhängig, da alle wesentlichen Betriebsdaten und Technologiewerte durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eliminiert werden. Zur besseren Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird in Verbindung mit den Figuren 3 und 5 ein zahlenmäßiges Beispiel angegeben sowie eine formelmäßige Herleitung für die Gleichspannung ( $V_b$ ) beschrieben. Diese formelmäßige und zahlenmäßige Beschreibung, beziehungsweise Herleitung, stellt ebenfalls einen Bestandteil der allgemeinen Beschreibung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung dar.

[0026] Vorteilhaft kann eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung in Höhe der Bandgap-Spannung von Silizium verwendet werden. Diese Bandgap-Spannung hat einen Wert von etwa 1.2 Volt.

[0027] In weiterer Ausgestaltung kann eine wie vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Referenzspannung, insbesondere einer von äußeren Bedingungen zumindest im wesentlichen unabhängigen Referenzspannung verwendet werden.

[0028] Besonders vorteilhaft kann die Schaltungsanordnung in diesem Fall zum Erzeugen einer Referenzspannung in Höhe der Bandgap-Spannung von Silizium verwendet werden.

[0029] Die Erfindung wird nun an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

5

Figur 1 eine aus dem Stand der Technik bekannte Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ );

10

Figur 2 eine weitere aus dem Stand der Technik bekannte Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ); Figur 3 eine erste Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 4 ein simuliertes Spannungs-Verlaufdiagramm, das den Einfluß von Temperatur und Versorgungsspannung auf eine Schaltungsanordnung gemäß Figur 3 darstellt;

Figur 5 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ); und

15

Figur 6 ein simuliertes Spannungs-Verlaufdiagramm, das den Einfluß von Temperatur und Versorgungsspannung auf eine Schaltungsanordnung gemäß Figur 5 darstellt.

20

[0030] In den Figuren 1 und 2 sind Schaltungsanordnungen 80 zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) dargestellt, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Beide Schaltungsanordnungen sind im Rahmen der Beschreibungsinleitung bereits ausführlich dargestellt worden, so daß an dieser Stelle auf eine erneute Beschreibung verzichtet wird.

[0031] Beide Schaltungsanordnungen 80 weisen eine Reihe von pnp-Transistoren auf, die auf Grund ihrer lateralen Strukturen relativ großflächig und damit auch langsam sind. Sie werden deshalb in Schaltungsanordnungen zum Erzeugen von Gleichspannungen, die zumindest im wesentlichen unabhängig von äußeren Bedingungen sein sollen, als nachteilig empfunden.

25

[0032] Eine von Temperatur, Versorgungsspannung und anderen Technologieparametern unabhängige Gleichspannung ( $V_b$ ) kann hingegen mit den in den Figuren 3 und 5 dargestellten Schaltungsanordnungen 10 erzeugt werden.

30

[0033] In Figur 3 ist eine Schaltungsanordnung 10 zum Erzeugen einer Gleichspannung ( $V_b$ ) dargestellt, die als sogenannte "Bandgap-Schaltung" bezeichnet wird, da sie eine Gleichspannung ( $V_b$ ) erzeugt, die der Bandabstandsspannung von Silizium entspricht, nämlich 1.2 Volt. Die Schaltungsanordnung 10 weist zunächst zwei kreuzweise verschaltete Bipolartransistoren 20, 30 auf.

35

[0034] Ein erster Bipolartransistor 20 ist über seinen Emitter 21 mit Ground 12 verbunden. Die Basis 22 des Bipolartransistors 20 ist mit dem Kollektor 33 eines zweiten Bipolartransistors 30 verbunden. Der zweite Bipolartransistor 30 weist eine relative Emitterfläche  $n$  auf, was bedeutet, daß die Emitterfläche des zweiten Bipolartransistors 30 je nach Schaltungstyp variiert werden kann. Dies kann beispielsweise über die Anzahl der jeweils zweiten Bipolartransistoren 30 erfolgen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist nur ein einziger Bipolartransistor 30 dargestellt. Der Emitter 31 des Bipolartransistors 30 ist über wenigstens einen, im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Widerstände 35, 36 mit Ground 12 verbunden.

40

[0035] Weiterhin ist ein dritter Bipolartransistor 40 vorgesehen, dessen Kollektor 43 mit einer Versorgungsspannungsquelle (VCC) 11 verbunden ist und dessen Emitter 41 über einen Widerstand 45 mit dem Kollektor 33 des zweiten Bipolartransistors 30 sowie der Basis 22 des ersten Bipolartransistors 20 verbunden ist.

45

[0036] Schließlich ist noch ein vierter Bipolartransistor 50 mit einer relativen Emitterfläche  $m$  vorgesehen, was bedeutet, daß die Größe der Emitterfläche je nach Schaltungstyp variieren kann, etwa über die Anzahl der jeweiligen vierten Bipolartransistoren 50. Der Emitter 51 des vierten Bipolartransistors 50 ist mit dem Kollektor 23 des ersten Bipolartransistors 20 und der Basis 32 des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors 30 verbunden. Die Basis 52 des wenigstens einen vierten Bipolartransistors 50 ist über einen Widerstand 55 mit der Versorgungsspannungsquelle (VCC) 11 verbunden. Weiterhin ist der Kollektor 53 des wenigstens einen vierten Bipolartransistors 50 mit der Basis 42 des dritten Bipolartransistors 40 verbunden.

50

[0037] Schließlich ist in der Schaltungsanordnung 10 noch ein weiterer Widerstand 60 vorgesehen.

55

[0038] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ermöglicht die Erzeugung einer Gleichspannung ( $V_b$ ), die unabhängig von äußeren Bedingungen ist und somit vorteilhaft als Referenzspannung, zur Stabilisierung interner und externer Pegel oder dergleichen eingesetzt werden kann. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß alle wesentlichen Betriebsdaten und Technologiewerte in dieser Schaltungsanordnung 10 eliminiert werden. Auch der Einfluß der Stromverstärkung wird in dieser Schaltung verschwindend klein. Dies soll an Hand eines Beispiels erläutert werden.

[0039] In der Schaltungsanordnung 10 existieren zwei Maschen I, II, in denen sich für die Spannung  $U$ , beziehungsweise VCC, die folgenden Maschengleichungen aufstellen lassen.

60

[0040] Die Maschengleichungen für die Masche I lautet:

$$U = R1 I1 / \beta + UT \ln[I1 / (Is m)] + UT \ln[I2 / (Is n)] + I2 (R1 + R2),$$

während die Maschengleichung für die Masche II

$$U = UT \ln[I2 / Is] + (I2 + I1 / \beta) R1 + UT \ln[I1 / Is]$$

lautet.

[0041] In den Maschengleichungen I und II bedeutet T die Temperatur in Grad Celsius, die Spannung UT eine temperaturabhängige Spannung, die bei 0°C beispielsweise 24 mV betragen kann, n und m sind die relativen Emitterflächen, während es sich bei  $\beta$  um die Stromverstärkung handelt. Der Strom I1 ist derjenige Strom, der in der Schaltungsanordnung 10 auf der Seite der Bipolartransistoren 50, 20 fließt, während der Strom I2 auf der Seite der Bipolartransistoren 40, 30 fließt. Bei dem Strom Is handelt es sich um den Sättigungsstrom. Der in der Maschengleichung für Masche I zunächst bezeichnete Widerstand R1 entspricht dem Widerstand 55, während die im hinteren Teil der Maschengleichung genannten Widerstände R1 und R2 den Widerständen 35 und 36 entsprechen. Bei dem in der Maschengleichung von Masche II genannten Widerstand R1 handelt es sich um den Widerstand 45.

[0042] Durch eine Elimination der Spannung U erhält man schließlich

$$UT \ln(n m) = R2 I2,$$

so daß für die durch die Schaltungsanordnung 10 erzeugte Gleichspannung (Vb) letztlich gilt:

$$Vb = UBE + I2(R1 + R2) = UBE + (1 + R1/R2) UT \ln n m.$$

[0043] Bei der Spannung UBE handelt es sich um die Basis-Emitter-Spannung des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors 30, die eine Spannung mit negativem Temperaturkoeffizienten darstellt. Zu dieser Spannung mit negativem Temperaturkoeffizienten wird eine Spannung mit positivem Temperaturkoeffizienten hinzu addiert, die durch den Term I2 (R1 + R2) gebildet wird. Beide Spannungsteile werden miteinander addiert, so daß der Temperaturkoeffizient Null wird. Dabei entsteht eine Gleichspannung (Vb), die unabhängig von der Versorgungsspannung U, beziehungsweise VCC, der Stromverstärkung  $\beta$  und der Temperatur T ist.

[0044] Diese formelmäßige Herleitung der Gleichspannung (Vb) soll nun an Hand eines konkreten Beispiels erläutert werden. In diesem Beispiel haben die Widerstände (R1) 45 und 35 jeweils eine Größe von 8 k $\Omega$ , während der Widerstand (R2) 36 eine Größe von 2 k $\Omega$  aufweist. Für die Spannung UBE soll gelten:

$$UBE = 840 - 1.2 T \text{ mV.}$$

[0045] Bei geeigneter Wahl der Emitterflächen n und m ergibt sich schließlich:

$$(1 + R1/R2) UT \ln n m = 360 + 1.2 T \text{ mV,}$$

so daß sich der Wert für die Gleichspannung (Vb) schließlich zu 1.2 Volt ergibt, was der Bandreferenzspannung (Bandgap-Spannung) von Silizium entspricht.

[0046] In Figur 4 ist ein simuliertes Spannungs-Verlaufsdiagramm dargestellt, das den Verlauf der durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 10 erzeugten Gleichspannung (Vb) in Abhängigkeit von der Temperatur und der Versorgungsspannung (VCC) zeigt. Wie aus diesem Diagramme ersichtlich wird, stellt sich ab einer Versorgungsspannung (VCC) von etwa 2 Volt die Bandgap-Spannung von 1.2 Volt ein und zwar unabhängig von der jeweils vorherrschenden Temperatur.

[0047] In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10 dargestellt. Die in Figur 5 dargestellte Schaltungsanordnung 10 entspricht in ihrem Grundaufbau sowie ihrer Grundfunktionsweise der in Figur 3 dargestellten Schaltungsanordnung 10, so daß gleiche Bauelemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind und auf eine erneute Beschreibung des Grundaufbaus sowie der Grundfunktionsweise verzichtet und dazu auf die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 verwiesen wird.

[0048] Im Unterschied zu der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante weist die Schaltungsanordnung 10 jeweils

zwei oder mehr, in diesem Fall jeweils sechs zweite Bipolartransistoren 30 sowie vierte Bipolartransistoren 50 auf. Auf diese Weise können die relativen Emittterflächen n und m in entsprechender Weise variiert, im vorliegenden Fall vergrößert werden.

[0049] Unter der Annahme, daß die Widerstände 45 und 55 jeweils eine Größe von 8 k $\Omega$  aufweisen, der Widerstand 35, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel die beiden in Figur 3 dargestellten Widerstände 35 und 36 ersetzt, eine Größe von 10 k $\Omega$  aufweist und der Widerstand 60 eine Größe von 50 k $\Omega$  hat, läßt sich nach den obigen Formelherleitungen wiederum eine von äußeren Umgebungsbedingungen im wesentlichen unabhängige Gleichspannung (V<sub>b</sub>) erzeugen, die beispielsweise den Wert der Bandgap-Spannung für Silizium von 1.2 Volt aufweist.

[0050] In Figur 6 ist wiederum ein Spannungs-Verlaufsdiagramm dargestellt, das den Einfluß von Temperatur und Versorgungsspannung auf die erzeugte Gleichspannung (V<sub>b</sub>) darstellt. Wiederum ist aus dem Diagramm ersichtlich, daß sich bei einer Versorgungsspannung (VCC) von etwa 2 Volt die Bandgap-Spannung von 1.2 Volt einstellt. Ab der Versorgungsspannung (VCC) von etwa 2 Volt ist die Bandgap-Spannung unabhängig von Temperatureinflüssen sowie der Höhe der Versorgungsspannung (VCC).

[0051] Mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10, die vorstehend an Hand zweier nicht ausschließlicher Ausführungsbeispiele näher erläutert wurde, wird es auf konstruktiv einfache und damit kostengünstige Weise möglich, Gleichspannungen (V<sub>b</sub>) hoher Stabilität zu erzeugen, ohne daß hierfür für diese Zwecke nachteilige pnp-Transistoren eingesetzt werden müßten.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Erzeugen einer Gleichspannung (V<sub>b</sub>), mit wenigstens zwei kreuzweise verschalteten Bipolartransistoren, von denen ein erster Bipolartransistor (20) vorgesehen ist, dessen Emitter (21) mit Ground (12) verbunden ist und von denen ein oder mehrere zweite(r) Bipolartransistor(en) (30) mit einer relativen Emittterfläche (n) vorgesehen ist/sind, wobei der/die Emitter (31) über wenigstens einen Widerstand (35, 36) mit Ground (12) verbunden ist/sind, und mit einem dritten Bipolartransistor (40), dessen Kollektor (43) mit einer Versorgungsspannungsquelle (11) verbunden ist und dessen Emitter (41) über einen Widerstand (45) mit dem Kollektor (33) von dem wenigstens einen zweiten Bipolartransistor (30) und der Basis (22) des ersten Bipolartransistors (20) verbunden ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein oder mehrere vierte(r) Bipolartransistor(en) (50) mit einer relativen Emittterfläche (m) vorgesehen ist/sind, wobei der/die Emitter (51) mit dem Kollektor (23) des ersten Bipolartransistors (20) und der Basis (32) des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors (30) verbunden ist/sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Basis (52) des wenigstens einen vierten Bipolartransistors (50) mit der Versorgungsspannungsquelle (11) verbunden ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kollektor (53) des wenigstens einen vierten Bipolartransistors (50) mit der Basis (42) des dritten Bipolartransistors (40) verbunden ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der/die Emitter (31) des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors (30) über zwei Widerstände (35, 36) mit Ground (12) verbunden ist/sind.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer der beiden Widerstände (35) so groß ist wie der Widerstand (45) zwischen dem Emitter (41) des dritten Bipolartransistors (40) und dem Kollektor (33) des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors (30).
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

daß zwei oder mehr, vorzugsweise sechs, zweite Bipolartransistoren (30) vorgesehen sind.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zwei oder mehr, vorzugsweise sechs, vierte Bipolartransistoren (50) vorgesehen sind.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß diese eine Gleichspannung ( $V_b$ ) nach der Formel

$$V_b = U_{BE} + I_2 (R_1 + R_2)$$

erzeugt, mit  $U_{BE}$  = Basis-Emitter-Spannung des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors (30),  $R_1$ ,  $R_2$  = den Widerständen (35, 36) zwischen dem/den Emitter(n) (31) des wenigstens einen zweiten Bipolartransistors (30) und Ground (12), sowie  $I_2$  dem an diesen Widerständen (35, 36) anliegenden Strom.

10. Verwendung einer Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Erzeugen einer Gleichspannung in Höhe der Bandgap-Spannung von Silizium.

11. Verwendung einer Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Erzeugen einer Referenzspannung, insbesondere einer Referenzspannung, die zumindest im wesentlichen unabhängig von äußeren Bedingungen ist.

12. Verwendung einer Schaltungsanordnung nach Anspruch 11 zum Erzeugen einer Referenzspannung in Höhe der Bandgap-Spannung von Silizium.





FIG 3

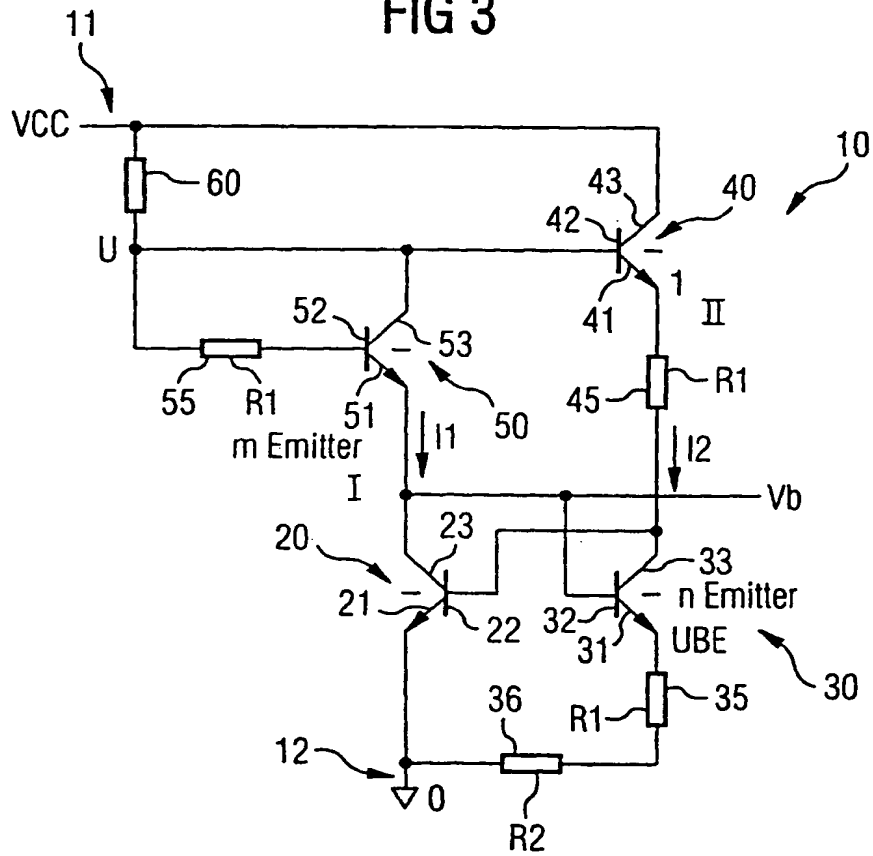
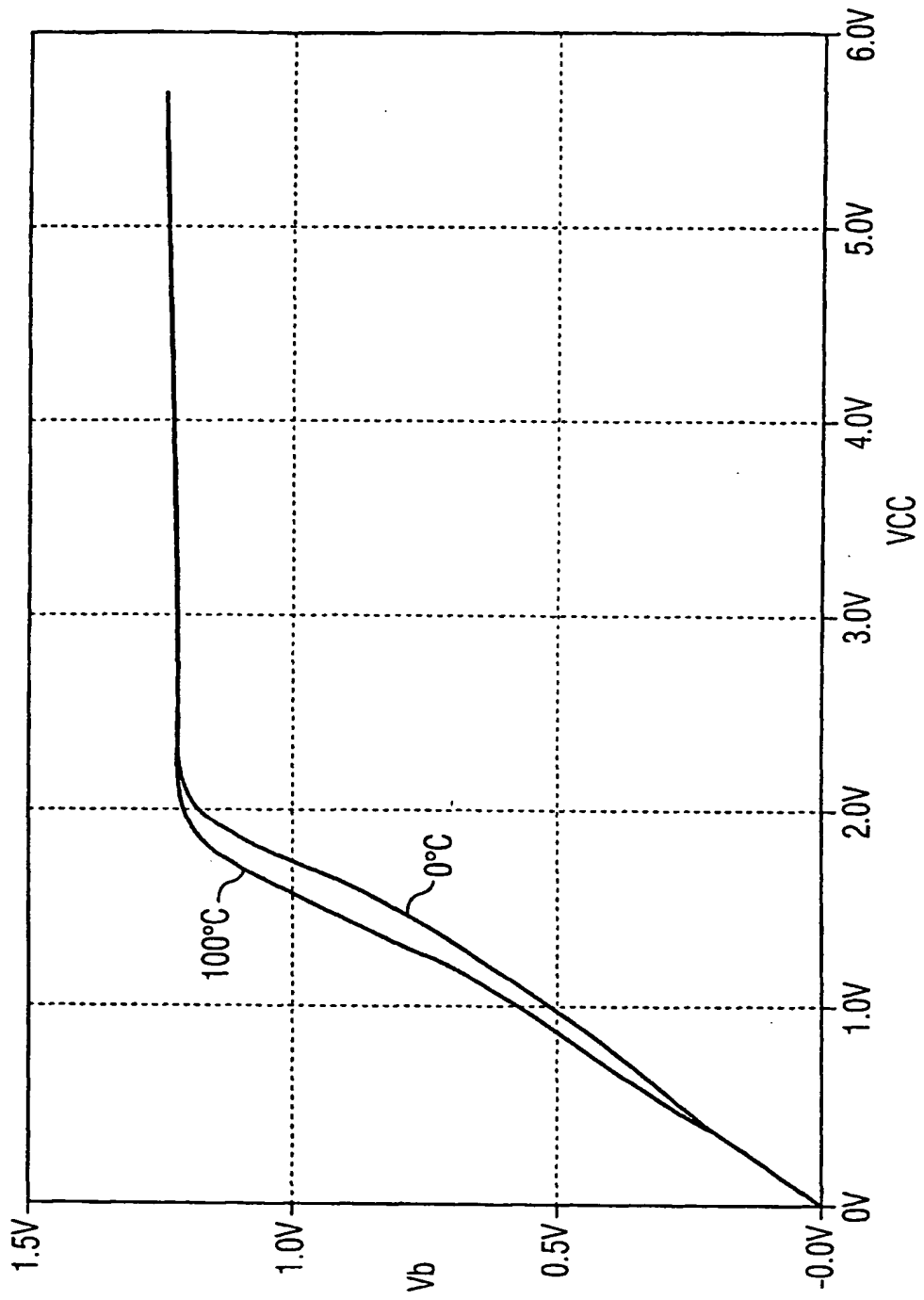


FIG 4



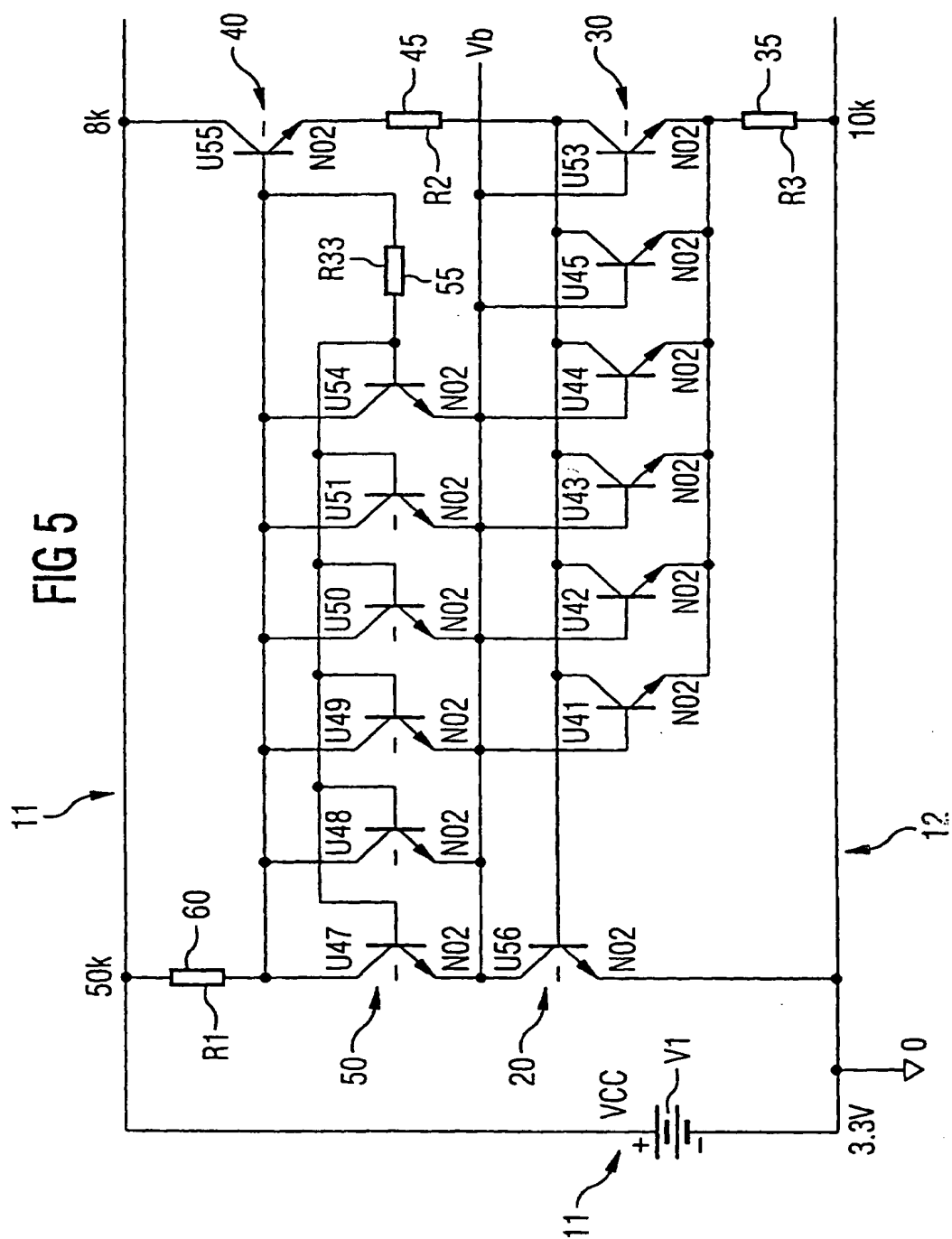
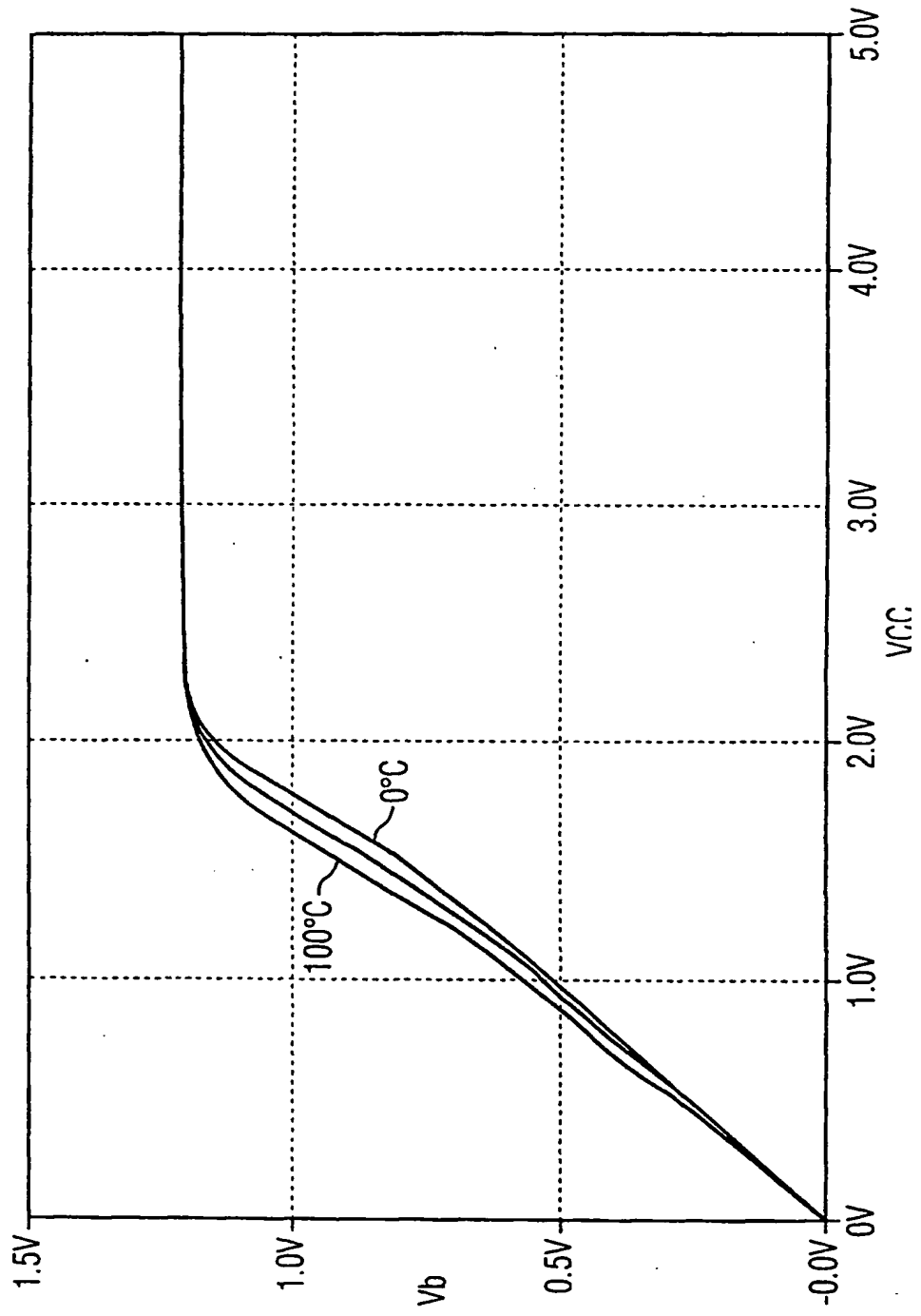


FIG 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 10 5554

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 828 329 A (BURNS LAWRENCE M) 27. Oktober 1998 (1998-10-27) * das ganze Dokument *	1-4	G05F3/30
X	US 5 912 580 A (KIMURA KATSUJI) 15. Juni 1999 (1999-06-15) * das ganze Dokument *	1-4	
X	US 5 900 772 A (SOMERVILLE THOMAS A ET AL) 4. Mai 1999 (1999-05-04) * das ganze Dokument *	1-4, 10-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G05F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Juli 2001</b>	Prüfer <b>Schobert, D</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 (03.02) (704/03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 10 5554

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-07-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5828329 A	27-10-1998	KEINE	
US 5912580 A	15-06-1999	JP 2874634 B	24-03-1999
		JP 9237127 A	09-09-1997
		GB 2310737 A,B	03-09-1997
US 5900772 A	04-05-1999	CN 1202039 A	16-12-1998
		JP 10260746 A	29-09-1998
		TW 386302 B	01-04-2000

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82